НИУ МЭИ

Кафедра электроэнергетических систем

Расчетное задание по дисциплине

«**Электроэнергетические системы и сети**»

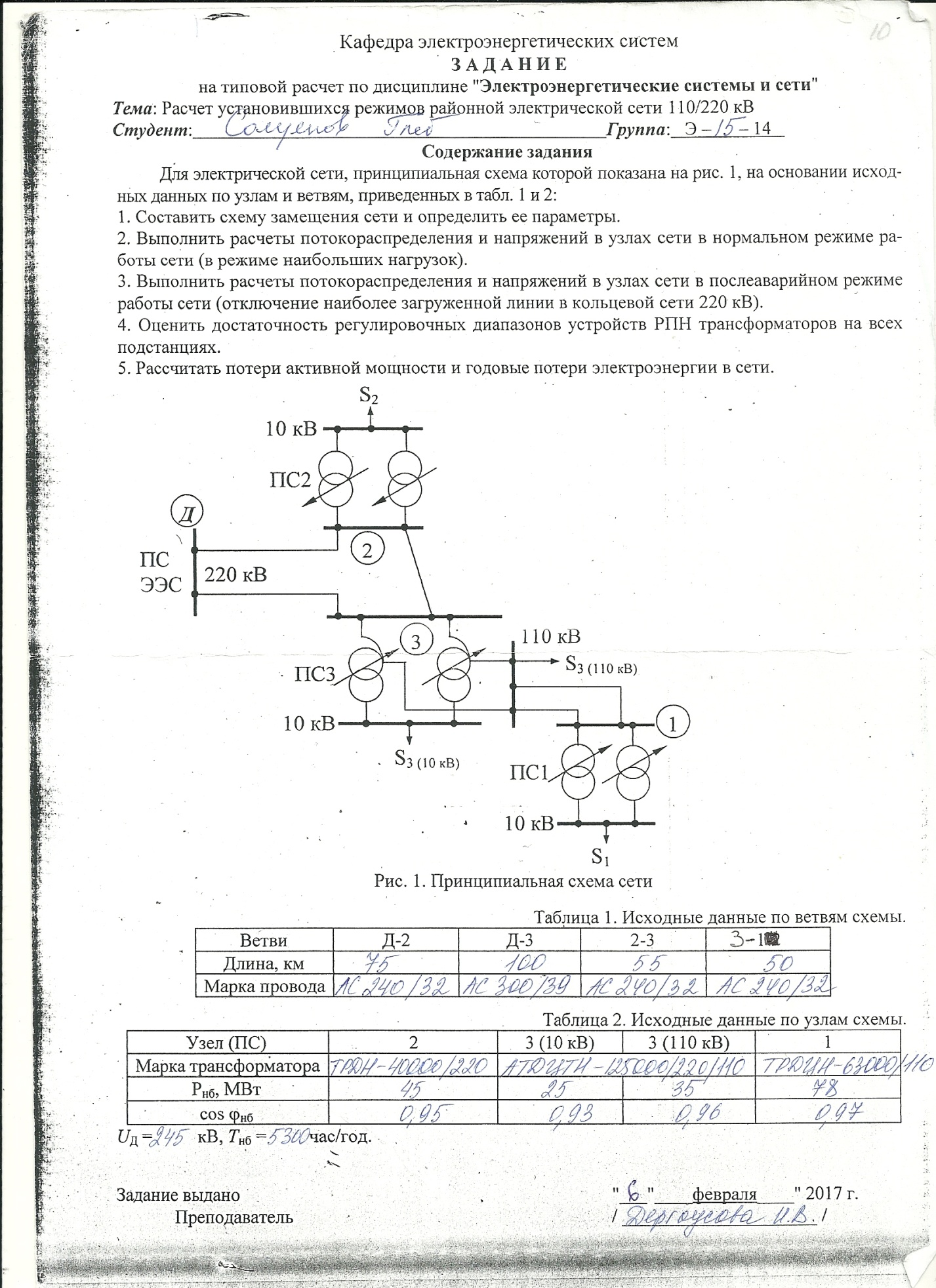
Тема: Расчет установившихся режимов районной электрической сети 110/220кВ

Выполнил: студент группы Э-15-14

Солуянов Г.В.

Проверил: Дергоусова И.В.

Москва 2017г.

****

**1.Составить схему замещения сети и определить ее параметры**

**1.1 Расчет параметров схемы замещения:**  
  
**Таблица 1. Исходные данные по ветвям схемы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ветви | Д-2 | Д-3 | 2-3 | 3-1 |
| Длина, км | 75 | 100 | 55 | 50 |
| Марка провода | АС 240/32 | АС 300/39 | АС 240/32 | АС 240/32 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ветви | Д-2 | Д-3 | 2-3 | 3-1 |
|  | 0,118 | 0,096 | 0,118 | 0,118 |
|  | 21,6 | 24,0 | 21,6 | 21,6 |

**Расчет ветви Д-2**  
Определение удельных параметров:  
Для напряжения 220кВ

Вычисление параметров схемы замещения:

Аналогичные расчеты ветвей Д-3, 2-3, 3-1 сводим в таблицу 2

**Таблица 2. Параметры схемы замещения линий электропередачи**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ЛЭП  (ветвь) |  |  | L,  км | Марка  провода | Погонные параметры | | | | Расчетные данные | | |
| Ом/км | Ом/км | мкСм/км | Мвар/км |  |  |  |
| Д-2 | 220 | 1 | 75 | АС 240/32 | 0,118 |  |  |  |  |  |  |
| Д-3 | 220 | 1 | 100 | АС 300/39 | 0,096 |  |  | 0 |  |  | 0 |
| 2-3 | 220 | 1 | 55 | АС 240/32 | 0,118 |  |  |  |  |  |  |
| 3-1 | 110 | 2 | 50 | АС 240/32 | 0,118 |  |  |  | 2,95 |  |  |

**1.2 Расчет параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов**

**Таблица 3. Исходные данные по узлам схемы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Узел (ПС) | 2 | 3 (10 кВ) | 3(110 кВ) | 1 |
| Марка трансформатора | ТРДН-40000/220 | АТДЦТН-125000/220/110 | | ТРДЦН-63000/110 |

**1.2.1 Расчет параметров схемы замещения трансформаторов.**

**Таблица 4. Параметры схемы замещения трансформаторов.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПС (узел) | Каталожные данные | | | | | | | Расчетные данные | | | |
| Sном, МВА | UВН, кВ | UНН, кВ | Uk, % | ∆Pк, кВт | ∆Pх, кВт | Iх, % | Rт, Ом | Xт, Ом | ∆Pх, МВт | ∆Qх, Мвар |
| 2 | 40 | 230 | 11-11 | 12 | 170 | 50 | 0,9 | 2,81 | 79,4 |  |  |
| 1 | 63 | 115 | 10,5-10,5 | 10,5 | 260 | 59 | 0,6 | 0,433 | 11,0 |  | 0,756 |

****

Рис. 1. Схема замещения двухобмоточного трансформатора.

**Расчет параметров схемы замещения для трансформаторов:**

Расчет параметров схемы замещения для трансформаторов ПС2.

Марка трансформатора ТРДЦН-40000/220.

Расчет параметров схемы замещения для трансформаторов ПС1.

Марка трансформатора ТРДН-63000/110

**1.2.2 Расчет параметров схемы замещения автотрансформаторов.**

**Таблица 5. Параметры схемы замещения автотрансформаторов.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПС (узел) | Sном, МВА | Каталожные данные | | | | | | | | |
| UВН, кВ | UСН, кВ | UНН, кВ | ∆Pк, кВт ВН-СН | ∆Pх, кВт | Iх, % | Uk, % ВН-СН | Uk, % ВН-НН | Uk, % СН-НН |
| 3 | 125 | 230 | 121 | 11 | 305 | 65 | 0,5 | 11 | 45 | 28 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетные данные | | | | | | | |
| Rтв, Ом | Rтс, Ом | Rтн, Ом | Xтв, Ом | Xтс, Ом | Xтн, Ом | ∆Pх, МВт | ∆Qх, Мвар |
| 0,258 | 0,258 | 0,516 |  | 0 | 65,6 | 0,13 | 1,25 |



Рис. 2. Схема замещения трехобмоточного автотрансформатора.

Расчет параметров схемы замещения для автотрансформаторов ПС3.

Марка трансформатора АТДЦТН-125000/220/110.

Напряжения короткого замыкания:

→ 0 %

Ом

## C:\Users\User\Desktop\сети.png

# Выполнение расчета потокораспределения и напряжения в узлах сети в нормальном режиме работы сети

## Определение приведенной и расчетной нагрузки понижающей двухтрансформаторной подстанции 1

Определим приведенную и расчетную нагрузки узла 1.

Схема замещения участка сети

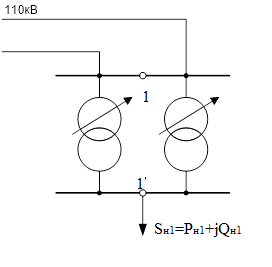
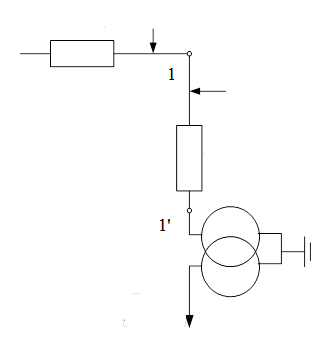


Рисунок 4. Приведенная схема

jQc/2= 1,72 Мвар



ΔSx1= 0,126+j0,756МВА

Pн1=78МВт

сosφн1=0,97

Zт1=0,433+j11,0 Ом

Zл3-1= 2,95+j10,0 Ом

Рисунок 5. Расчетная схема.

Расчет реактивной мощности:

Потери на участке:

Приведенная мощность:

Расчетная мощность:

## 2.2 Определение приведенной и расчетной нагрузки понижающей двухтрансформаторной подстанции 2

Расчет реактивной мощности:

Потери на участке:

Приведенная мощность:

Расчетная мощность:

Результаты расчетов приведенных и расчетных нагрузок узлов 2 и 1 представлены в таблице 6.

**Таблица 6. Приведенные и расчетные нагрузки ПС в нормальном режиме**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Узел | *P*н, МВт | Δ*P*т, МВт | Δ*P*х, МВт | *P*р, МВт | *Q*н, Мвар | Δ*Q*т, Мвар | Δ*Q*х, Мвар | Σ*Qc*/2, Мвар | *Q*р, Мвар |
| 1 | 78 | 0,232 | 0,126 | 78,4 |  |  | 0,756 | 1,72 |  |
| 2 | 45 | 0,130 | 0,100 | 45,2 | 14,8 | 3,68 | 0,720 | 8,32 | 10,9 |

## Определение приведенной и расчетной нагрузки понижающей двухавтотрансформаторной подстанции 3

Поток мощности в конце линии 31:

.

Потери мощности в линии 31:



Поток мощности в начале линии 31:



Расчет реактивной мощности:





1 этап.

Принимаем допущение:



Потоки мощности в конце обмоток среднего и низшего напряжения:





Потери мощности в обмотках среднего и низшего напряжения:





Потоки мощности в начале обмоток среднего и низшего напряжения:





Поток мощности в конце обмотки высшего напряжения:

Потери мощности в обмотках среднего и низшего напряжения:



Поток мощности в начале обмотки высшего напряжения:



Приведенная мощность:



Расчетная мощность:



## 2.4 Расчет режима кольцевой сети 220 кВ

Расчетная схема сети для нормального режима представлена на рис. 3



Рис. 3. Расчетная схема сети для нормального режима.

Разделяем сеть по шинам источника питания для определения предварительного потокораспределения (рис. 4) и задаемся положительными направлениями мощностей в линиях.



Рис. 4. Схема кольцевой сети, разомкнутая по шинам источника питания.

Расчет мощностей, протекающих по головным участкам кольцевой сети.

Так как сеть неоднородна, то расчет предварительного потокораспределения осуществляется пропорционально полным сопротивлениям.

Проверка баланса мощности:



Баланс мощности выполняется.

Расчет мощности протекающей по линии 2-3.



Следовательно, точка 2 - точка потокораздела по активной и реактивной мощности. Размыкаем сеть по точке потокораздела (рис. 5).

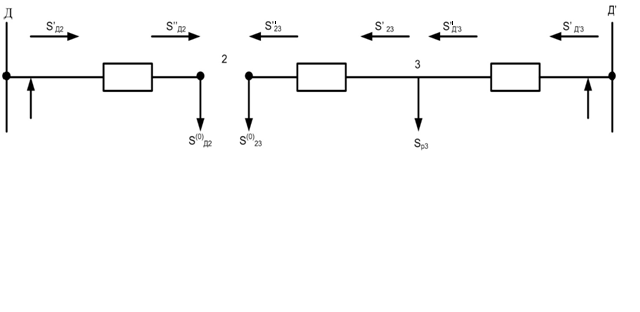


Рис. 5 Схема замещения кольцевой сети

Расчет режима двух раздельных магистральных сетей.

Первый этап.

Принимаем допущение: 

1) Правая часть схемы:

Поток мощности в конце линии 32:



Потери мощности в линии 32:



Поток мощности в начале линии 32:



Поток мощности в конце линии Д’3:



Потери мощности в линии Д’3:



Поток мощности в начале линии Д’3:



2) Правая часть схемы

Поток мощности в конце линии Д2:



Потери мощности в линии Д2:



Поток мощности в начале линии Д’2:



Пересчет значений зарядных мощностей по фактическому напряжению



Мощность, которая поступает в сеть с шин источника питания:

 Второй этап.

Определим напряжение в узле 2:

Продольная составляющая потери напряжения в линии Д-2:

Для линии Д-2 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение узла 2:

Определим напряжение в узле 3 со стороны Д':

Продольная составляющая потери напряжения в линии Д'-3:

Для линии Д'-3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение узла 3:

Определим напряжение в узле 2 со стороны Д:

Продольная составляющая потери напряжения в линии 2-3:

Для линии Д-3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение узла 3:

Принимаем:

## Расчет распределения напряжений в ветвях автотрансформатора

Напряжение на стороне ВН ПС3:

Продольная составляющая потерь в точке 0 ПС3:

На стороне ВН ПС3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение узла 0 на ПС3:

Продольная составляющая потерь на НН ПС3:

На стороне НН ПС3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение обмотки НН ПС3:

Продольная составляющая потерь на СН ПС3:

На стороне СН ПС3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение обмотки СН ПС3:

## Расчет напряжения U1 узла 1

Автотрансформатор имеет устройство РПН на стороне СН 

Желаемое напряжение на шинах СН автотрансформатора:



Номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне СН автотрансформатора:





Продольная составляющая вектора падения напряжения линии 31:



Так как сеть 110 кВ, то поперечной составляющей вектора падения напряжения можно пренебречь.

Напряжение узла 1:



## Расчет распределения напряжений трансформатора ПС1



Мощность на входе в трансформатор:



Продольная составляющая падения напряжения в обмотке трансформатора:



Напряжение на шинах НН, приведенное к стороне ВН:



## Расчет распределения напряжений трансформатора ПС 2



Мощность на входе в трансформатор:



Продольная составляющая падения напряжения в обмотке трансформатора:



Поперечная составляющая падения напряжения в обмотке трансформатора:



Напряжение на шинах НН, приведенное к стороне ВН:



# Выполнение расчета потокораспределения и напряжения в узлах сети в послеаварийном режиме работы сети (отключение наиболее загруженной линии в кольцевой сети 220 кв) C:\Users\User\Desktop\3.1.png

Определение самого тяжелого послеаварийного режима:







Следовательно, самый перегруженный участок - участок Д’3. Составляем расчетную схему сети для послеаварийного режима (рис 6).

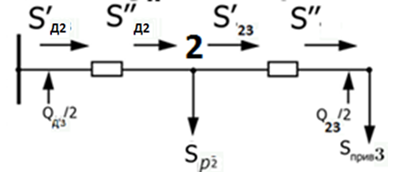


Рис. 6. Расчетная схема сети для послеаварийного режима

## Расчет режима магистральной сети.

Первый этап.

Принимаем допущение: 

Поток мощности в конце линии 23:



Потери мощности в линии 23:



Поток мощности в начале линии 23:



Поток мощности в конце линии Д2:



Потери мощности в линии Д2:



Поток мощности в начале линии Д2:



Мощность, которая поступает в сеть с шин источника питания:



Второй этап.

Продольная составляющая вектора падения напряжения линии Д2:

Поперечная составляющая вектора падения напряжения линии Д2:



Напряжение узла 2:



Аналогично для узла 2.

Продольная составляющая вектора падения напряжения линии 23:

Для линии 2-3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Поперечная составляющая вектора падения напряжения линии 23:



Напряжение узла 3:



## Расчет распределения напряжений в ветвях автотрансформатора в послеаварийном режиме



Продольная составляющая падения напряжения в обмотке высшего напряжения:



На стороне ВН ПС3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение узла 0 на ПС3 автотрансформатора:

Продольная составляющая потерь на НН ПС3:

На стороне НН ПС3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение обмотки НН ПС3:

Продольная составляющая потерь на СН ПС3:

На стороне СН ПС3 Uном=220 кВ учитываем и поперечную составляющую потери напряжения:

Напряжение обмотки СН ПС3:

## Расчет напряжения U1 узла 1 в послеаварийном режиме

Автотрансформатор имеет устройство РПН на стороне СН 

Желаемое напряжение на шинах СН автотрансформатора:



Номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне СН автотрансформатора:





Продольная составляющая вектора падения напряжения линии 31:



Так как сеть 110 кВ, то поперечной составляющей вектора падения напряжения можно пренебречь.

Напряжение узла 1:



## Расчет распределения напряжений трансформатора ПС1 в послеаварийном режиме



Мощность на входе в трансформатор:



Продольная составляющая падения напряжения в обмотке трансформатора:



Напряжение на шинах НН, приведенное к стороне ВН:



## Расчет распределения напряжений трансформатора ПС 2



Мощность на входе в трансформатор:



Продольная составляющая падения напряжения в обмотке трансформатора:



Поперечная составляющая падения напряжения в обмотке трансформатора:



Напряжение на шинах НН, приведенное к стороне ВН:



# Оценка достаточности регулировочных диапазонов устройств РПН трансформаторов на всех подстанциях

## Оценка достаточности регулировочного диапазона устройства РПН трансформатора на ПС1

Из расчета режима наибольшей нагрузки и послеаварийного режима нам известно:



Трансформатор имеет устройство РПН на стороне ВН 

1)Режим наибольших нагрузок:

Желаемое напряжение на стороне НН трансформатора:



Пусть 

Тогда номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне НН трансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона РПН достаточно:



2)Послеаварийный режим:

Желаемое напряжение на стороне НН трансформатора:



Пусть 

Тогда номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне НН трансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона РПН достаточно:



## Оценка достаточности регулировочного диапазона устройства РПН трансформатора на ПС2

Из расчета режима наибольшей нагрузки и послеаварийного режима нам известно:



Трансформатор имеет устройство РПН на стороне ВН 

1)Режим наибольших нагрузок:

Желаемое напряжение на стороне НН трансформатора:



Пусть 

Тогда номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне НН трансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона РПН достаточно:



2)Послеаварийный режим:

Желаемое напряжение на стороне НН трансформатора:



Пусть 

Тогда номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



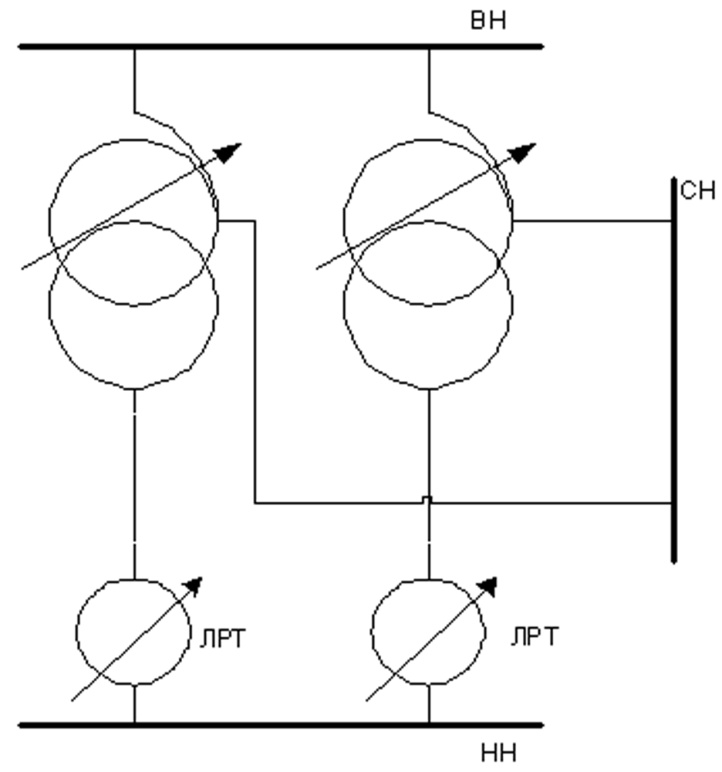
Действительное напряжение на стороне НН трансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона РПН достаточно:



## Оценка достаточности регулировочного диапазона РПН и ЛРТ АТР



Из расчета режима наибольшей нагрузки и послеаварийного режима нам известно:

Автотрансформатор имеет устройство РПН на стороне СН 

1)Режим наибольших нагрузок

Желаемое напряжение на шинах СН автотрансформатора:



Номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне СН автотрансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона РПН достаточно:



2)Послеаварийный режим

Желаемое напряжение на шинах СН автотрансформатора:



Номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне СН автотрансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона РПН достаточно:



На стороне НН автотрансформатора установлен линейный регулировочный трансформатор с пределами регулирования 

1)Режим наибольших нагрузок

Желаемое напряжение на стороне НН автотрансформатора:



Пусть  тогда добавочная ЭДС:



Номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне НН автотрансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона ЛРТ достаточно:



2)Послеаварийный режим

Желаемое напряжение на стороне НН автотрансформатора:



Пусть  тогда добавочная ЭДС:



Номер желаемого ответвления:



Номер действительного ответвления:



Действительное напряжение на стороне НН автотрансформатора:



Номер действительного ответвления не выходит за регулировочный диапазон, следовательно, диапазона ЛРТ достаточно:



# Расчет потерь активной мощности и годовых потерь электроэнергии в сети

Из расчета нормального режима известно:

Потери на корону в линии 31:



Потери на корону в линии Д2:



Потери на корону в линии 23:



Потери на корону в линии Д3:



Суммарные потери активной мощности:



Суммарная наибольшая нагрузка потребителей:



Суммарные потери активной мощности,%



Время потерь:



Нагрузочные потери Э/Э за год:

 Условно-постоянные потери Э/Э за год:



Годовые потери Э/Э в сети:



Годовые потери Э/Э в сети, %:



Из расчета послеаварийного режима известно:



Суммарные потери активной мощности в послеаварийном режиме:



Суммарные потери активной мощности в послеаварийном режиме, %